

# Событийно-темпоральный способ спецификации функциональных требований для реактивных систем

## Event-driven temporal approach of specifying functional requirements for reactive systems

Авторы: Зюбин В.Е., Ануреев И.С., Гаранина Н.О., Старолетов С.М., Розов А.С., Лях Т.В.

Authors: Zyubin V., Anureev I., Garanina N., Staroletov S., Rozov A., Liakh T.

Предложен событийно-темпоральный способ (event-driven temporal logic pattern (EDTL-паттерн)) спецификации функциональных требований для реактивных систем (рис. 1), который сводится к заданию списка шестикомпонентных кортежей. Единичный кортеж (элементарное EDTL-требование) определяется (1) триггерным событием, (2) финализирующим событием, (3) реакцией на триггерное событие, (4) допустимой задержкой на реакцию, (5) инвариантом и (6) событием отмены триггерного события. Получено преобразование элементарной EDTL-записи в утверждения линейной темпоральной логики и логики первого порядка, что доказывает совместимость предлагаемого подхода с существующими системами формальной верификации. Продемонстрирована конструктивность семантики элементарного EDTL-требования через разработанный алгоритм контроля истинности EDTL-записи на ограниченном множестве путей программы. Отработка способа на тестовых примерах показала его универсальность, гибкость и простоту использования, что обуславливает эффективность его применения при групповой разработке реактивных систем широкого класса: централизованных и распределенных систем управления на базе программируемых логических контроллеров, киберфизических систем, приложений Интернета вещей (IoT), в том числе промышленного (IIoT), встраиваемых систем и др.

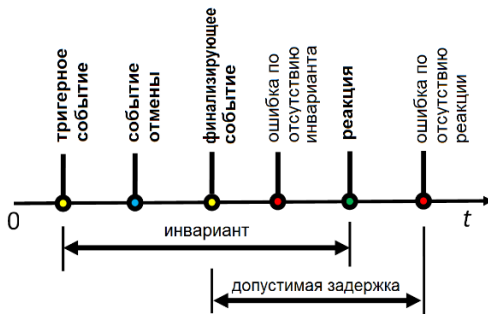


Рис. 1. Структура элементарной EDTL-записи

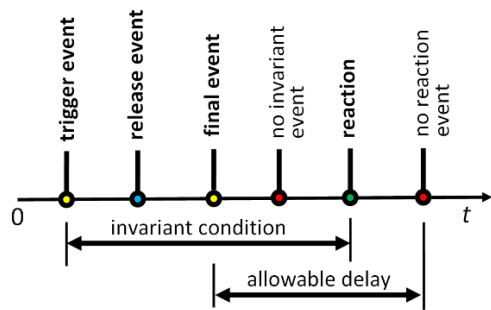


Fig. 1. Structure of elementary EDTL-record

We proposed an event-driven temporal logic pattern (EDTL-pattern) aimed at specification of functional requirements for reactive systems (Fig. 1). The EDTL-pattern is a six-component tuple consisting of (1) trigger event, (2) finalizing event, (3) reaction to trigger event, (4) acceptable response delay, (5) invariant, and (6) release event. We obtained transformation semantics of the elementary EDTL-records into statements of linear temporal logic and first-order logic, which proves the compatibility of the proposed approach with existing systems of formal verification. The constructiveness of the semantics of an elementary EDTL requirement was demonstrated through the developed bound checking algorithm that checks the truth of an EDTL-record on a limited set of program paths. A case-study of the approach showed its versatility, flexibility, and ease of use for reactive systems of a wide class: centralized and distributed control systems based on programmable logic controllers, cyber-physical systems, Internet of Things (IoT) applications, including industrial (IIoT), embedded systems, etc.

### **Публикации/References:**

1. Zyubin V.E., Anureev I., Garanina N., Staroletov S., Rozov A.S., Liakh T.V. Event-Driven Temporal Logic Pattern for Control Software Requirements Specification // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). – 2021. – Vol. 12818: 9th International Conference on Fundamentals of Software Engineering, FSEN 2021 (19–21 May, 2021), Virtual, Online. – P. 92–107. – DOI: 10.1007/978-3-030-89247-0\_7.